

## 低温炉乾燥による急速乾燥収縮試験法と長さ変化試験法(JIS A 1129)の比較

徳島大学大学院 学生会員 ○井上 裕貴 徳島大学大学院 学生会員 板東 達也  
徳島大学大学院 正会員 橋本 親典 徳島大学大学院 正会員 渡辺 健

### 1. はじめに

コンクリートの収縮ひび割れを抑制・制御する合理的な方法の確立が強く求められている<sup>1),2)</sup>。ひび割れを制御する上で、コンクリートの乾燥収縮ひずみを定量的に評価することは極めて重要である。コンクリートの乾燥収縮ひずみを評価する方法には、「長さ変化試験方法(JIS A 1129)」がある。通常  $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、 $\text{RH}60 \pm 5\%$  の環境下で 6 ヶ月という多大な時間を要する。しかしながら、一般的なコンクリート工事において、半年以上前にコンクリートの品質を確認したり、示方配合の照査をすることは現実的ではない。

本研究では、長期の乾燥収縮ひずみを炉乾燥を用いて短期間で精度良く予測する試験方法(以後、迅速法)の確立を最終目的とし、コンクリートの乾燥収縮に与える影響を JIS 法、迅速法でそれぞれ比較するとともに、今後、コンクリートの乾燥収縮特性を迅速法によって評価することが可能であるかどうかを検討した。

### 2. 実験概要

#### 2.1 示方配合

実験に使用した生コン工場のコンクリートの示方配合を表-1 に示す。配合 A～配合 F、配合 H～配合 J において迅速法で計測し、配合 D～配合 I においては JIS 法でも計測した。配合は、スランプ 8～18cm、呼び強度は 40～21、単位水量は  $184 \sim 140\text{kg}/\text{m}^3$  の範囲である。また、配合 F 及び配合 I は、建築用コンクリートであり、呼び強度が大きい。配合 H は、骨材に石灰砕石をブレンドしている。配合 J は、単位水量が  $140\text{kg}/\text{m}^3$  で最も少なく、配合 G 及び配合 I は単位水量が  $184\text{kg}/\text{m}^3$  で最も大きい。

表-1 示方配合表

| 配合名 | セメント | M.S.<br>mm | Slump<br>cm | Air<br>% | 呼び強度 | W/C<br>% | s/a<br>% | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |      |      |         |     |         |      |         |       |
|-----|------|------------|-------------|----------|------|----------|----------|-------------------------|-----|------|------|---------|-----|---------|------|---------|-------|
|     |      |            |             |          |      |          |          | W                       | C   | S(粗) | S(細) | G(0515) |     | G(1525) |      | G(2540) | AE減水剤 |
| A   | BB   | 40         | 8           | 4.5      | 21   | 57.1     | 39.1     | 147                     | 257 | 365  | 362  | 1144    |     |         | 2.57 | —       | 0.26  |
| B   | BB   | 40         | 8           |          | 21   | 55.7     | 40.1     | 142                     | 255 | 455  | 304  | 1149    |     |         | 2.55 | —       | —     |
| C   | BB   | 40         | 8           |          | 21   | 58.1     | 41.6     | 142                     | 244 | 479  | 315  | 339     | 452 | 339     | 2.60 | —       | 3.27  |
| D   | BB   | 40         | 8           |          | 21   | 59.1     | 39.5     | 158                     | 267 | 430  | 287  | 334     | 777 | —       | 3.98 | —       | —     |
| E   | BB   | 25         | 8           |          | 24   | 52.5     | 43.4     | 157                     | 299 | 553  | 237  | 1049    |     | —       | 3.10 | —       | 2.09  |
| F   | N    | 20         | 18          |          | 40   | 39.1     | 46.8     | 178                     | 455 | 531  | 227  | 866     |     | —       | —    | 4.55    | —     |
| G   | N    | 20         | 15          |          | 30   | 47.1     | 46       | 184                     | 391 | 458  | 305  | 900     |     | —       | —    | 5.08    | —     |
| H   | N    | 20         | 18          |          | 24   | 54.5     | 50.9     | 180                     | 330 | 691  | 122  | 砂岩碎石349 |     | —       | 3.51 | —       | 3.30  |
|     |      |            |             |          |      |          |          |                         |     |      |      | 石灰碎石523 |     |         |      |         |       |
| I   | N    | 20         | 18          |          | 33   | 41.4     | 45.2     | 184                     | 444 | 732  |      | 894     |     | —       | 4.88 | —       | —     |
| J   | N    | 25         | 8           | 24       | 54.0 | 42.8     | 140      | 304                     | 467 | 312  | 635  | 423     | —   | —       | 3.62 | 2.20    |       |

#### 2.2 測定方法

長さ変化試験は、JIS A 1129-2「モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法：コンタクトゲージ法」に準じて行った。JIS 法、迅速法それぞれに角柱供試体( $100 \times 100 \times 400\text{mm}$ )を作製し、脱型後 2 週間水中養生したものを材齢 0 日とし、JIS 法は室温  $20^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 65% の環境下で保管し材齢 182 日まで、迅速法は  $40^{\circ}\text{C}$  で低温炉乾燥させ材齢 56 日まで測定を実施した。なお、迅速法では、常温での計測のため、 $40^{\circ}\text{C}$  炉乾燥から供試体を取り出し、24 時間  $20^{\circ}\text{C}$  の試験室に放置した後に、長さ変化を計測した。炉乾燥温度  $40^{\circ}\text{C}$  は、エトリンガイトの結晶水が消失する温度以下ということから決定した。

角柱供試体の表面と裏面に、それぞれ中央部分と左右 100mm の間隔でコンタクトチップを 3 枚ずつ貼り付け、測定のための標点とし、最小目盛 1000 分の 1 まで読み取り乾燥収縮ひずみを求めた。また同時に質量も測定し、質量減少率を求めた。

### 3. 実験結果

JIS 法での長さ変化試験の結果を図-1 に示す。乾燥収縮は乾燥材齢 91 日から安定してきており、182 日と 91 日のひずみはほぼ同じ値であることが確認できる。配合 H においては、骨材に石灰碎石をブレンドしているため、乾燥収縮量を  $600\mu$  まで抑えることができた。

また、JIS 法の乾燥材齢 182 日及び迅速法の乾燥材齢 42 日、56 日の乾燥収縮ひずみ、質量減少率を表-1 に示す。迅速法の最大ひずみは  $1250\mu$ 、JIS 法の最大ひずみは  $977\mu$  であり、質量減少率の最大は、迅速法で 4.9%、JIS 法で 3.11% である。迅速法の乾燥材齢 56 日と、JIS 法の乾燥材齢 182 日の乾燥収縮ひずみを比較すると、配合 E、配合 F 及び配合 I において迅速法での結果の方が大きな乾燥収縮量を示した。今後迅速法を用いて収縮量の目標値をクリアすることができれば JIS 法よりも安全側の結果を与えることになる。

図-2 は、迅速法と JIS 法の相関の結果を示す。乾燥収縮ひずみ、質量減少率ともに高い相関性を示す結果となった。よって、迅速法(材齢 42 日)で、材齢 182 日の JIS 法の収縮ひずみを予測することが可能であり、約 1/4 程度の時間の短縮になる。

図-3 は、乾燥収縮ひずみと質量減少率の結果を示す。石灰石骨材に置換した配合 H、高強度の配合 F や配合 I は若干傾向が異なる。それ以外の配合は質量減少率が大きくなると、収縮ひずみも大きくなり、両者には高い相関性があると言える。

### 4. まとめ

- 1)  $40^{\circ}\text{C}$  低温炉乾燥による迅速法（乾燥材齢 42 日）を用いることで、JIS 法の約 1/4 以下の乾燥材齢期間で最終乾燥収縮ひずみを予測できる。
- 2) 乾燥収縮ひずみと質量減少率の関係には、高い相関性があり、互いに乾燥期間に依存しないため、迅速法を用いて JIS 法と同等の収縮量を得られることができる。

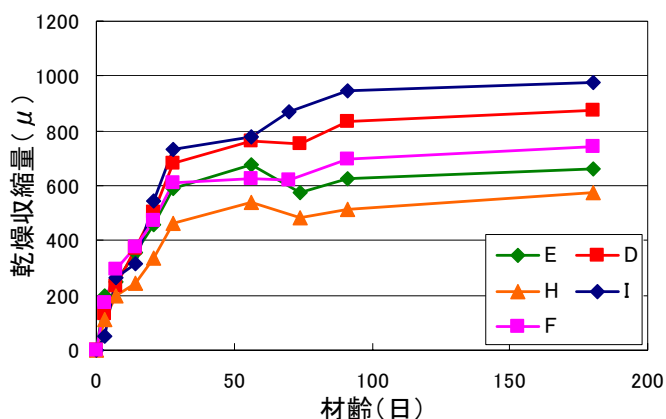


図-1 JIS 法における乾燥収縮量と材齢の関係

表-1 各配合の最終乾燥収縮ひずみと質量減少率

| 配合名 | 乾燥収縮ひずみ(μ) |        |          | 質量減少率(%) |        |          |
|-----|------------|--------|----------|----------|--------|----------|
|     | 迅速法56日     | 迅速法42日 | JIS法182日 | 迅速法56日   | 迅速法42日 | JIS法182日 |
| A   | 533.1      | 447.0  | —        | 2.74     | 2.50   | —        |
| B   | 666.7      | 588.4  | —        | 2.83     | 2.57   | —        |
| C   | 683.2      | 575.7  | —        | 2.36     | 2.14   | —        |
| D   | 705.2      | 631.4  | 875.0    | 2.98     | 2.73   | —        |
| E   | 727.3      | 686.6  | 659.0    | 3.23     | 3.00   | 2.23     |
| F   | 1250.5     | 1172.4 | 744.0    | 2.49     | 2.23   | 1.34     |
| G   | —          | —      | 875.1    | —        | —      | 2.81     |
| H   | 554.3      | 488.9  | 576.6    | 4.16     | 3.89   | 2.67     |
| I   | 1167.4     | 1128.1 | 977.0    | 4.74     | 4.42   | 3.11     |
| J   | 889.8      | 835.5  | —        | 4.90     | 4.65   | —        |

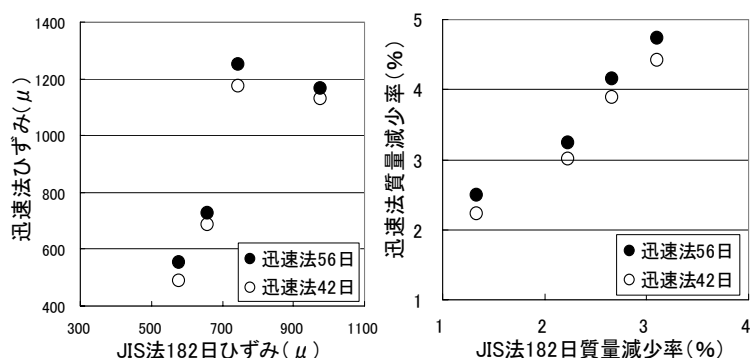


図-2 迅速法と JIS 法の相関図

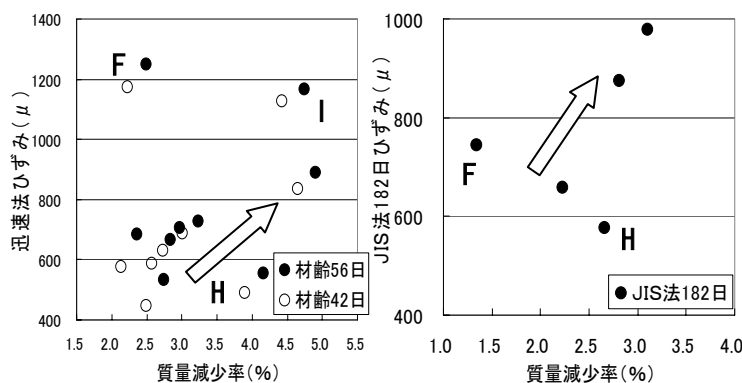


図-3 乾燥収縮ひずみと質量減少率の関係

### 【参考文献】

- 1) 百瀬晴基ほか：乾燥収縮迅速評価システムの開発，コンクリート工学，pp.22-29，Vol.47，No.10，2009.10
- 2) 田中博一ほか：骨材の種類がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，pp.553-558，Vol.31，No.1，2009